

鉄筋コンクリート橋梁上部構造の自動復元設計システムの開発

香川大学 賛助会員 ○久山翔暉 安藤愛理 正会員 岡崎慎一郎
土木新技術調査会 フェロー会員 魚本健人

1. はじめに

道路橋は、材料劣化や疲労などの影響を受けたり、豪雨などの想定外の気象による橋梁への被害を受けたりするなどの事例が報告されている。橋梁を安全に使用するためには、事前に被害予測を行い、厳しい気象を前提に管理・修繕を行うことが必要である。しかし、特に市町村が管理しているものは、道路網の大部分を形成し、重要な役割を担っているにもかかわらず、図面および計算書が残っていない場合が多い。そのため、これらの橋を適切に維持管理する足がかりもないという状況にある。

本研究では、特に RC 橋を対象に、有効な復元手法を用いて、橋梁の概観情報と架設当時の設計基準法を用いた復元設計手法により、設計図面、計算書ともに無い橋梁の場合において、短時間で容易にコンクリート内部の配筋状況、断面耐力を再現できるソフトウェアを開発し、その妥当性を確認するものである。

2. 復元設計手法

ここで復元設計とは、橋梁の供用開始年、外寸等からコンクリート内部の配筋量を復元するものである。床版部の設計について、道路橋示方書¹⁾で規定されている式を用いて曲げモーメントを算出し、最小必要鉄筋量を求める。これで得られた鉄筋量から、10%上乗せしたものを引張鉄筋の設計使用鉄筋量とする。桁部の設計については、ギオンマソネの版理論を用いて荷重分配を算出する。断面力は橋軸直角方向の荷重分配によって求めた荷重を用いて、橋軸方向に載荷し、橋梁構造の影響線の値を用いて算出する。そして、床版と同様に必要鉄筋量を算出し、配筋を推測する。

3. 図面自動復元ソフトウェア

本ソフトウェアでは諸元不明な鉄筋コンクリート橋梁上部工に対して、自動にコンクリート内部の配筋量を復元するものである。図面自動復元ソフトウェアとは、橋梁の床版部分、桁部において、使用する設計示方書、橋の等級を選択し、橋梁の外寸、概観情報を入力することで床版・主桁の断面計算を一括で行うことができるというものである。コンクリートの設計基準強度は 24N/mm^2 、許容曲げ圧縮応力度は 8N/mm^2 、鉄筋については材質を SD295 とし、許容圧縮応力度は 140N/mm^2 とする。復元に必要な概観情報は図 1 に示すとおりである。本ソフトウェアの入力・復元画面を図 2 に示す。

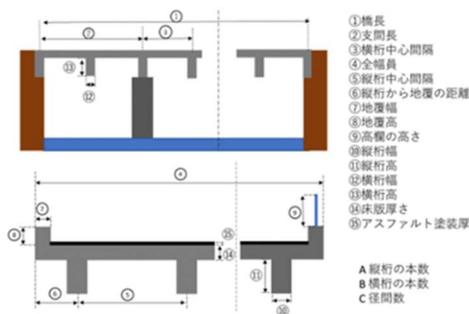


図 1 復元に用いる橋梁情報

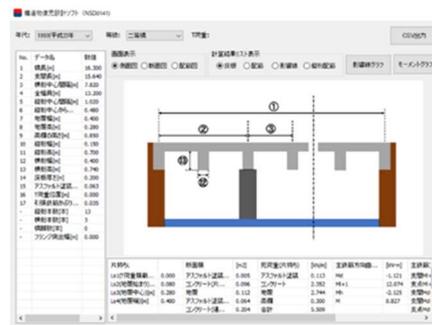


図 2 復元設計ソフトウェアの入力画面

4. 復元例

香川県内の設計図書の残っている単純 RCT 桁橋橋梁に対して、復元を行った。復元は 3 橋を対象に行い、復元結果を例として示す。A 橋について、床版断面 1m 当たりの引張鉄筋量 18.458cm^2 、D16 鉄筋を 100mm 間隔の配筋、また、圧縮鉄筋量は 1m 当たり、 9.229cm^2 、D16 鉄筋を 200mm 間隔の配筋となった。主桁の復元は D25 鉄筋を 4 本の設計となった（図 3、図 4）。B 橋、C 橋の結果を図 5、図 6 に示す。

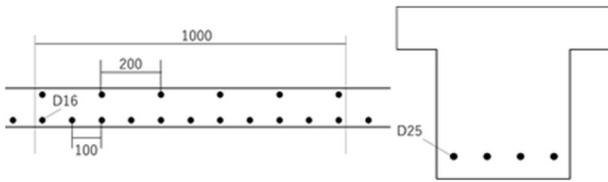


図3 A橋の復元結果

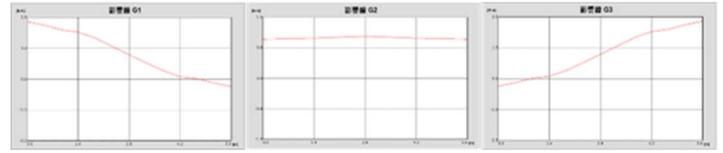


図4 A橋の桁ごとの影響線

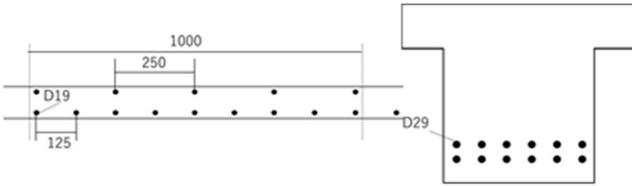


図5 B橋の復元結果

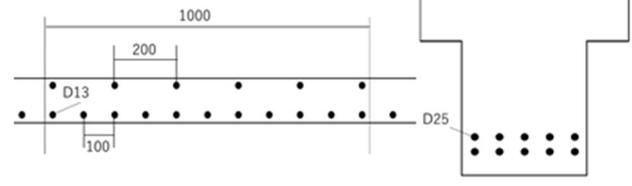


図6 C橋の復元結果

5. 鉄筋量の復元

今回復元を行った橋梁について、実際の鉄筋量と復元した鉄筋量を比較したものを図7、図8に示す。若松橋、長橋については床版の配筋量の記載がなかったため省略した。また、図9、図10ではA橋、B橋、C橋について、システムの適用範囲内の年代での復元を行い、必要最小鉄筋量の変遷を追跡した。

実際の鉄筋量と比較して、床版、主桁ともに鉄筋量に関して概ね近い値を復元できた。しかし、D橋の床版の鉄筋量においては誤差があり、鉄筋間隔の読みより問題があったと考えられる。D橋の床版の鉄筋量において大きな誤差があったが、斜め床版であったことが原因だと考えられる。鉄筋量の変遷について、床版では橋の等級によって鉄筋量に大きな差があったが、等級が廃止されその差は小さくなった。主桁では、衝撃係数の低減により、鉄筋量が減少したものの、交通量に合わせた設計荷重の変化により大きく増加していた。

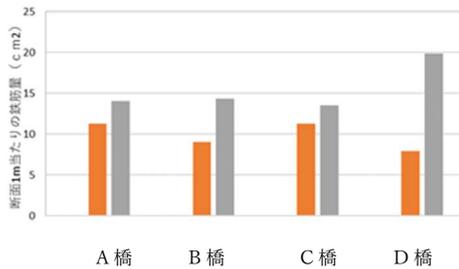


図7 床版の復元結果 (左: 復元, 右: 実際)

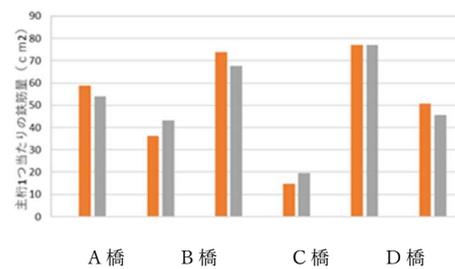


図8 主桁の復元結果 (左: 復元, 右: 実際)

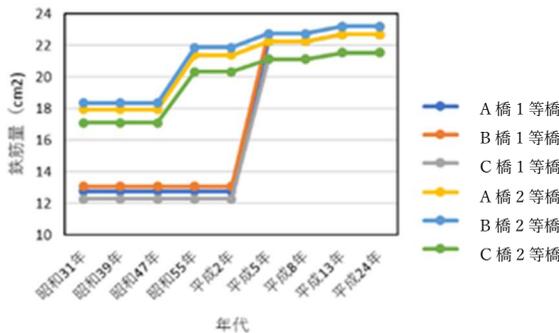


図9 橋梁ごとの床版断面の鉄筋量の比較

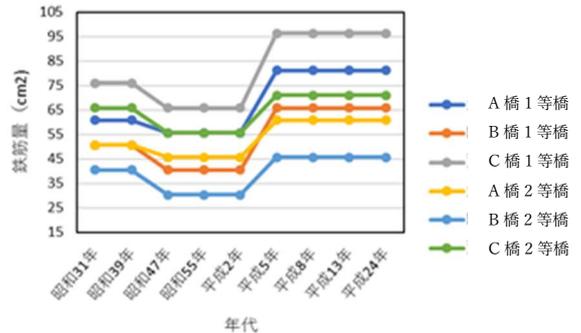


図10 橋梁ごとの主桁断面の鉄筋量の比較

6. まとめ

本研究では、設計図書の残っていない橋梁に対して有効な自動復元設計手法を改善し、ソフトウェアの開発、その精度および有効性を検証した。精度よく復元できたが、実際の図面と完全に一致させることは困難であるという課題が残るが、非破壊検査手法との併用でより正確な復元設計ができると考えられる。よって、現在までの段階で構築したプログラムをソフトウェア化し、復元作業に要する手間を大きく低減することができた。